



**Les stratégies de financement de la maintenance et du  
renouvellement des équipements gérés par des  
associations syndicales autorisées. Une gestion optimale  
non durable**

Sébastien Loubier

► **To cite this version:**

Sébastien Loubier. Les stratégies de financement de la maintenance et du renouvellement des équipements gérés par des associations syndicales autorisées. Une gestion optimale non durable. Atelier du PCSI (Programme Commun Systèmes Irrigués) sur la gestion des périmètres irrigués collectifs, 2001, Montpellier, France. p. 141-154. cirad-00182877

**HAL Id: cirad-00182877**

**<http://hal.cirad.fr/cirad-00182877>**

Submitted on 29 Oct 2007

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Les stratégies de financement de la maintenance et du renouvellement des équipements gérés par des associations syndicales autorisées

## Une gestion optimale non durable

Sébastien LOUBIER

Cemagref-Irrigation, 361 rue Jean-François Breton, BP 5095 Montpellier, Cedex 1, France

**Résumé** — Face à la prévision de la demande alimentaire mondiale et alors que les Etats souhaitent partiellement se désengager du secteur de l'hydraulique agricole, la durabilité économique des réseaux d'irrigation risque de ne pas être assurée. L'analyse des modes de gestion des Asa, permet de mettre en évidence certaines limites des vastes programmes engagés à travers le monde visant à rétrocéder la gestion des équipements aux associations d'usagers. Cet article montre pourquoi le choix de politiques de financement de la maintenance et du renouvellement des équipements des Asa, tout en étant optimal, n'est pas pour autant durable. Après avoir présenté quelques facteurs explicatifs du choix de politiques de gestion de court terme, nous présentons un modèle inter temporel d'arbitrage entre emprunt et autofinancement. Ce modèle repose sur des caractéristiques macroéconomiques (taux d'inflation, taux d'actualisation et taux d'intérêt des emprunts et de l'épargne) et permet de montrer que les choix de politiques de gestion de court terme sont parfaitement rationnels et optimaux du point de vue des gestionnaires.

**Abstract** — **Financing strategies for the maintenance and renewal of equipment managed by French water users' associations.** The economic viability of irrigation networks may not be secure given the forecast of world food demand and the fact that States would like to withdraw partially from the agricultural water sector. The analysis of the management methods used by French water users' associations highlights some of the limitations of the huge programmes-which have been undertaken throughout the world-that aim to hand over the management of equipment to user associations. This article shows why the associations' choice of policy for financing the maintenance and renewal of equipment is not sustainable despite the fact that it is optimal. Some of the factors that explain the choice of short-term management policies are discussed. Then, an inter-temporal arbitration model between borrowing and self-financing is presented. This model is based on macro-economic characteristics (inflation rate, net present value rate, interest rates for borrowing and saving). It shows that the short-term policy choices for management are perfectly rational and optimal from the managers' point of view.

## Introduction

En 40 ans, la superficie mondiale irrigable a triplé (Dinar et Subramanian, 1997). Elle représente aujourd'hui 1/6 de la Sau et fournit 1/3 de l'offre alimentaire. En 1994, Waggoner estimait qu'au cours des 25 années passées, 50 % de la hausse de production alimentaire étaient venus de terres irriguées. Et en 1996, la Fao prévoyait qu'au cours de la première moitié du 21<sup>e</sup> siècle, 60 % des nouveaux besoins devaient être satisfaits par l'agriculture irriguée.

Il ne fait donc aucun doute que l'irrigation jouera, comme par le passé, un rôle majeur dans la satisfaction des besoins alimentaires des populations. Au-delà de l'opportunité de créer de nouveaux périmètres irrigués de plus en plus coûteux, il est dans l'intérêt de tous que le « capital réseaux » actuel soit géré durablement. Les choix de politiques de maintenance et de renouvellement d'aujourd'hui ne doivent pas compromettre les capacités des futures générations de gestionnaires et d'irrigants à satisfaire leurs besoins.

Par le passé, les réseaux d'irrigation ont souvent été traités comme des biens publics et financés par des fonds publics. Mais on assiste aujourd'hui à un désengagement progressif des gouvernements du secteur de l'hydraulique agricole. Dans beaucoup de pays, ce désengagement se traduit par une rétrocession des équipements à des associations d'usagers. La question est de savoir si ces dernières pourront ou auront intérêt à gérer durablement les infrastructures. Conscients du risque que cela représente, beaucoup de travaux sont actuellement menés sur ce sujet et concluent à l'impérieuse nécessité de mettre en place des programmes de gestion patrimoniale<sup>1</sup> (*Asset Management Programme* : Amp). Un Amp est « une stratégie pour la création ou l'acquisition, la maintenance, l'exploitation, la réhabilitation, la modernisation et le renouvellement des biens d'équipement pour l'irrigation afin de fournir un niveau de service convenable au moindre coût et durablement<sup>2</sup> » (Van Hofwegen et Malano, 1997). La mise en place d'Amp, fournissant des informations sur les profils d'investissements et donc sur le montant annuel à provisionner pour l'inclure dans les charges (Moorhouse, 1999 ; Van Hofwegen, 1999), est une condition nécessaire pour tendre vers l'autonomie financière. En déterminant le coût actuel de maintien à long terme des équipements, on peut être avisé du revenu nécessaire pour garantir la durabilité des infrastructures mais également mettre en évidence l'inadéquation du recouvrement actuel des coûts (Brewer et Sakthivadivel, 1999 ; Gleyses et Loubier, 2000). Des plans d'amortissement permettraient donc de prendre en compte la consommation actuelle de capital et de stabiliser les variations inter temporelles des tarifs répondant ainsi aux attentes de la plupart des usagers (Van Hofwegen, 1999).

Mais, l'horizon temporel des agriculteurs est généralement plus court que la durée de vie des principaux équipements (Malano *et al.*, 1999) et les gestionnaires ont naturellement tendance à opter pour des stratégies de gestion et donc de financement, privilégiant le court terme (Loubier, 1998). En effet, l'utilité d'un entretien régulier et de bonne qualité leur est parfois difficile à appréhender, tant que l'ouvrage reste opérationnel. A fortiori, dans un contexte d'incertitude sur le devenir de leurs exploitations, ils ont peine à se placer dans une optique à long terme pour assurer la pérennité des aménagements (Plantey, 1999) et donc anticiper la charge des renouvellements futurs.

## Le cas des associations syndicales autorisées

En France, la superficie irriguée a augmenté entre 1988 et 1995 de 41 %<sup>3</sup> pour atteindre 1,62 million d'hectares (Janin, 1996; 1997). 20 % de cette superficie est irriguée à partir de réseaux collectifs gérés par des Associations syndicales autorisées (Asa) (Janin, 1996 ; 1997 ; Garin et Platon, 1998 ; Gleyses, 2000).

Dans le contexte international que nous venons de décrire, l'analyse des Asa, aux statuts datant de plus d'un siècle, peut servir de cadre d'analyse prospective pour certains types d'associations d'usagers à travers le monde.

Ces associations d'usagers « à la française » sont des groupements de propriétaires intéressés par l'exécution et l'entretien à frais commun de travaux d'irrigation, elles sont régies par deux textes fondateurs<sup>4</sup> et sont caractérisées par deux éléments essentiels : les droits d'accès au réseau sont attachés à la parcelle et non à son propriétaire, et au regard de la loi, elles sont considérées comme des établissements publics<sup>5</sup>. A ce titre, elles sont soumises aux mêmes règles budgétaires et comptables que les communes c'est-à-dire la faculté mais pas l'obligation d'amortir leurs équipements et l'obligation de déposer leurs fonds au Trésor Public sans possibilité de rémunération de ces capitaux oisifs (JO, 1941).

---

1. Van Hofwegen et Malano, 1997; Plantey, 1998; Brewer et Sakthivadivel, 1999; Burton et Hall, 1999; Malano *et al.*, 1999; Moorhouse, 1999; Plantey, 1999; Van Hofwegen, 1999.

2. " ... a strategy for the creation or acquisition, maintenance, operation, rehabilitation, modernisation and disposal of irrigation and drainage assets to provide an agreed level of service in the most cost effective and sustainable manner".

3. et de 92 % entre 1970 et 1988 (Janin, 1992).

4. Loi plusieurs fois modifiée du 21 Juin 1865 et décret d'application du 18 Décembre 1927(Lefevre, 1996).

5. Les ASA sont des établissements publics administratifs non locaux : Arrêt Tatin (Conseil d'Etat, 1995).

Par le passé, les Asa ont bénéficié d'importantes subventions pour les investissements initiaux<sup>6</sup> ou pour réhabiliter les ouvrages<sup>7</sup>. Aujourd'hui, la tendance est à la réduction des aides en hydraulique agricole. Les traditionnels bailleurs de fonds souhaiteraient s'assurer de la durabilité de ces infrastructures pour établir une certaine équité intergénérationnelle dans le bénéfice des aides initiales, réduire ou transférer une partie des budgets publics et faire payer le coût réel de mobilisation à ceux qui bénéficient directement du service afin que le prix puisse jouer son rôle d'indicateur de rareté de la ressource.

Du point de vue de l'Etat, il serait donc souhaitable que les Asa provisionnent régulièrement une partie du budget pour faire face d'une part au renouvellement des équipements<sup>8</sup> et d'autre part à la croissance des dépenses de maintenance. Cette stratégie de financement de la maintenance et du renouvellement des équipements correspond à une stratégie de gestion dépassant les intérêts de court terme et que l'on peut qualifier de durable sous réserve qu'elle soit acceptable pour les usagers.

Bien que le point de vue de l'Etat soit assez explicite, les Asa semblent ne pas en tenir compte et perpétuent leurs anciennes stratégies de gestion fondées sur des considérations de court terme. Cette occultation du futur semble à priori irrationnelle.

Pourquoi dans ce contexte, les gestionnaires n'optent-ils pas pour une pratique régulière de provisions ? Ce comportement est d'autant moins compréhensible que les Asa d'irrigation sous pression, créées dans les années 80, entrent aujourd'hui, pour la plupart d'entre elles, dans une phase de relative liberté financière. En effet, dès que les emprunts initiaux sont échus, il leur est possible, sans accroître le niveau de la tarification<sup>9</sup>, de transférer tout ou partie du montant des remboursements d'emprunts pour constituer une provision.

Avant d'exposer le modèle d'arbitrage entre emprunt et autofinancement qui explique en partie les choix de politiques de financement selon la rationalité des gestionnaires, on présentera une typologie des provisions réalisables et des stratégies de financement qui en découlent, et quelques facteurs explicatifs du choix de stratégies de court et moyen terme.

## **Typologie des provisions et des stratégies de financement**

Les Asa ne sont ni contraintes de pratiquer l'amortissement de leurs équipements ni autorisées à placer d'éventuels excédents sur un compte rémunéré. Dans ce contexte, les provisions qui pourraient être dégagées peuvent être utilisées soit à court ou moyen terme, soit à long terme.

### **Les provisions pour des usages à court ou moyen terme**

Ce sont les provisions utilisées pour la maintenance, les variations de la demande et les risques d'impayés.

On distingue deux catégories de provision pour maintenance. Celles qui serviront à ne pas déstabiliser la tarification suite à l'évolution tendancielle des dépenses de maintenance corrective (Verdier et Millo, 1992 ; Tiercelin, 1998) dont l'usage est régulièrement croissant sur la durée de vie des équipements et celles qui sont destinées à faire face à une défaillance soudaine et imprévisible.

Les provisions pour variation de la demande sont destinées à absorber les écarts budgétaires inter annuels. La demande en eau est fonction du climat de l'année en cours alors que le budget est élaboré l'année précédente en se basant sur les demandes moyennes historiques (les 5 dernières années par exemple) (Van Hofwegen, 1999). Par conséquent, rien ne garantit que le budget primitif permette de faire face aux dépenses réelles de l'exercice. Cet écart entre budget primitif et définitif, peut s'accroître et mettre l'Asa dans une situation financière délicate lorsqu'elle opte pour une tarification variable ou binomiale mal adaptée<sup>10</sup> (Moorhouse, 1999).

---

6. C'est le cas essentiellement des réseaux d'irrigation sous pression qui se sont régulièrement développés depuis la fin des années soixante. Le taux de financement public des investissements initiaux étant généralement compris entre 60 et 80 %, voire localement plus.

7. Cas de réseaux d'irrigation gravitaires anciens.

8. C'est-à-dire à la consommation actuelle de capital fixe.

9. Même en baissant la tarification d'un montant inférieur à la totalité des annuités d'emprunt de la période précédente.

10. Incorporation d'une partie des charges fixes dans le terme variable du tarif.

Les retards ou défauts de paiement peuvent également représenter un risque budgétaire majeur pour l'Asa. Ce risque justifie à nouveau la constitution de réserves. Le montant de cette réserve devra être d'autant plus élevé qu'une superficie importante est détenue par le même usager. Une enquête effectuée par le Cemagref en 1998 et portant sur 83 Asa montre que 38 % d'entre elles ont à faire face à des retards de paiements (Gleyses, 1998).

### Les provisions pour des usages à long terme

Ce sont les provisions pour le renouvellement, la réhabilitation ou la modernisation des équipements. On parle souvent d'amortissement technique linéaire des équipements mais, dans la pratique, le gestionnaire peut tout à fait provisionner chaque année le montant qu'il souhaite. La durée de vie des équipements étant incertaine, le calcul des dotations est délicat. De surcroît, même en univers certain, ces dotations subissent l'inflation jusqu'à leur usage puisqu'il n'est pas possible de les placer. Dans ces conditions, une provision effectuée aujourd'hui pour un usage dans 20 ans perd le quart de sa valeur avec une inflation à 1,5 % alors qu'un placement à 3 % permettrait de l'accroître d'un tiers.

Les travaux antérieurs ont montré quelles pouvaient être les stratégies de gestion des Asa en termes de maintenance (qualitative et quantitative) et de pratiques de provisions. Sans revenir ici sur le choix de politiques qualitatives et quantitatives de maintenance, cet article s'intéresse aux choix de politiques de financement<sup>11</sup> uniquement et tente d'expliquer pourquoi en matière de provisions, aucun gestionnaire n'opte pour une stratégie de long terme, lui préférant des stratégies de court voire moyen terme. La réalisation ou non de provisions destinées aux usages décrits précédemment permet d'opérer une typologie des stratégies de financement de la maintenance et du renouvellement des équipements (tableau I).

Jamais, il n'a été rencontré d'Asa ayant opté pour une stratégie de financement de long terme, c'est-à-dire qu'aucune ne provisionne pour le renouvellement de ses équipements. Toutes ont des stratégies de court ou plus marginalement de moyen terme (provisions représentant d'un demi à un budget annuel).

**Tableau I.** Les stratégies de financement (oui = réalisation de provisions, non = absence).

Stratégies de financement	Provisions pour maintenance, impayés et variation de la demande	Provisions pour renouvellement
Court terme	Non	Non
Moyen terme	Oui	Non
Long terme	Oui	Oui

### Quelques facteurs explicatifs des stratégies de court et moyen terme

On peut avancer quelques facteurs explicatifs des choix de stratégies de financement de court ou moyen terme (Garin *et al.*, 2001) (figure 1).

L'explication centrale est d'ordre psychologique et économique. Les gestionnaires de réseaux, comme la plupart des agents économiques ont une préférence naturelle pour le présent et cette préférence est d'autant plus prononcée que la demande future en eau pour l'irrigation est incertaine. Ces deux premiers facteurs peuvent être regroupés et être gérés à travers le taux d'actualisation.

Le troisième facteur explicatif est de nature juridique, les Asa n'ayant aucune liberté de placement de leurs fonds qui sont déposés au trésor public. Dans le cadre de notre modèle, cela se traduit par un taux de rémunération de l'épargne nul ( $s = 0$ ).

Une explication plus technique est relative à l'incertitude ou à la méconnaissance des durées de vie restantes des équipements (D) et du taux de croissance de leurs coûts de maintenance. On note également qu'il est extrêmement difficile d'évaluer les effets d'une politique de maintenance sur le pan technique. A cette difficulté s'ajoute le manque d'information et de formation destinées aux gestionnaires pour les sensibiliser à ce sujet.

11. Bien que les deux politiques soient liées.

En matière de gestion, il faut également noter une absence de système d'informations dans la quasi-totalité des Asa, ce qui est un frein absolu à la mise en place d'Amp et donc à une gestion « durable ».

Une explication plus sociologique est la réduction puis la disparition progressive des membres fondateurs de l'Asa. Ce dernier facteur peut dans une certaine mesure être pris en compte dans l'analyse économique via le taux d'actualisation.

La dernière explication est d'ordre politique et historique. Les gestionnaires semblant avoir une confiance aveugle en l'inertie des politiques publiques passées. De plus, historiquement, les Asa n'ont aucune expérience en matière d'élaboration de plans de financement n'y ayant jamais été contraintes ni par les politiques publiques passées ni par la loi qui occulte totalement le problème du renouvellement des équipements.

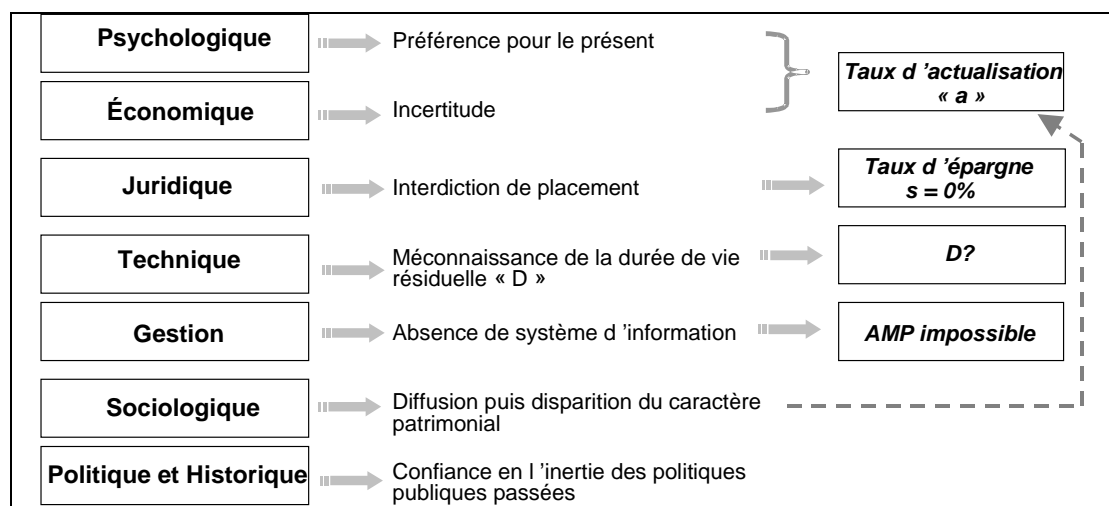


Figure 1. Les déterminants des politiques de financement.

## Un modèle déterministe d'arbitrage intertemporel entre autofinancement et emprunt

Le modèle présenté repose sur les trois premiers déterminants des stratégies de financement de court ou moyen terme : psychologique, économique et juridique. Il apparaît que les choix de court ou moyen terme sont rationnels et optimaux du point de vue des gestionnaires. C'est-à-dire qu'ils peuvent avoir intérêt à ne pas provisionner et avoir recours à l'emprunt le moment venu si nécessaire (Fndae, 1994).

Considérons les variables suivantes :

- i : taux d'intérêt des emprunts ;
- s : taux de rémunération de l'épargne ;
- a : taux d'actualisation ;
- r : taux d'inflation ;
- P : montant de la provision ;
- $T_p$  : date de réalisation de la provision,  $0 \leq T_p \leq D$  ;
- I : montant des investissements à réaliser en D ;
- N : durée d'emprunt ;
- D : durée de vie restante.

On attribue comme variable le taux d'épargne, bien que les Asa n'aient pas la possibilité de placer leur argent sur un compte rémunéré, simplement pour démontrer le frein que cela représente en termes de provisions pour le renouvellement des équipements, c'est-à-dire en termes de durabilité ou de pérennité des aménagements.

Le modèle suivant permet d'opérer des choix intertemporels entre le recours à l'emprunt en année « D » et la réalisation d'une provision d'un montant « P » en année « T<sub>p</sub> ». L'objectif est de répondre aux deux questions suivantes. Quelle est la date optimale de thésaurisation (T<sub>p</sub><sup>\*</sup>) pour laquelle le coût total de la politique de financement est minimale ? Et quelle est la date équivalente (T<sub>p</sub><sup>'</sup>) pour laquelle le coût total actuel de la politique de provision est égal au coût du recours exclusif à l'emprunt ?

## Formulation générale

Pour déterminer P\* et P', on écrit l'équation de la fonction de coût total actualisé (CT), qui se compose du coût actualisé de la provision (CP) et du coût actualisé du recours à l'emprunt (CE) qu'il sera nécessaire de contracter si la valeur de la provision en D est inférieure au montant de l'investissement « I » à réaliser (avec KXY le coût en année D de la somme des annuités d'emprunt) :

$$CE = \frac{KXY}{(1+a)^D}$$

- K est le capital emprunté en année D ou le besoin de financement, il est donc égal au montant de l'investissement moins la valeur de la provision en année D (P<sub>D</sub>). Cette dernière a subi l'inflation, mais a pu être placée au taux de rémunération de l'épargne « s » :

$$K = I - P_D = I - P \left( \frac{1+s}{1+r} \right)^{D-T_p}$$

- X est l'expression d'une annuité constante d'emprunt d'un montant unitaire réalisé sur N années au taux « i » :

$$X = \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$$

- Y est l'expression d'une somme d'annuités unitaires, actualisées et remboursées en monnaie dépréciée. En effet, compte tenu de l'érosion monétaire, le gestionnaire remboursera ces annuités en monnaie dépréciée et ce d'autant plus que l'on se rapprochera de la dernière échéance. De plus, indépendamment de cette caractéristique macroéconomique, le gestionnaire a spontanément une préférence pour le présent, et il accordera une moindre importance aux dernières annuités qu'aux premières. La conjugaison de ces deux phénomènes fait qu'en année D, la somme des annuités d'emprunt diffère du simple produit (NXK) :

$$Y = \sum_{t=D+1}^{t=D+N} \frac{1}{(1+a)^t (1+r)^t}$$

$$Y = \frac{[(1+a)^N (1+r)^N - 1]}{(1+a)^N (1+r)^N [(1+a)(1+r) - 1]}$$

X et Y étant indépendants de T, l'expression du coût total est de la forme :

$$CT = \frac{P}{(1+a)^{T_p}} + \frac{XYI}{(1+a)^D} - \frac{XYP(1+s)^{D-T_p}}{(1+a)^D (1+r)^{D-T_p}}$$

$$CT = (1) + (2) - (3)$$

On note que (2), qui est l'expression du coût actualisé du recours à l'emprunt pour un capital emprunté correspondant à la totalité de l'investissement I, est indépendant de T<sub>p</sub> ; (1) représente le coût actuel de la provision ; (3) est l'expression de la valeur actuelle de l'économie d'emprunt réalisée grâce à la provision ; (1) + (3) représente donc le coût total actuel de la politique de provision (CPP). La recherche de T<sub>p</sub><sup>\*</sup> consiste donc à minimiser le CPP, et la recherche de T<sub>p</sub><sup>'</sup> à l'annuler :

$$CPP = P \left[ \frac{1}{(1+a)^{T_p}} - \frac{XYZ^{D-T_p}}{(1+a)^{T_p}} \right]$$

$$\text{avec } Z = \frac{(1+s)}{(1+a)(1+r)}$$

Il est intéressant de constater que les solutions  $T_p^*$  et  $T_p'$  seront obtenues indépendamment du montant P provisionné.

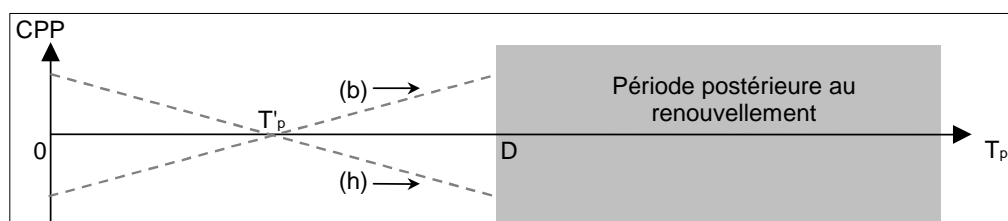
### Le domaine de définition

Il n'est cependant pas nécessaire d'utiliser ce modèle d'arbitrage dans tous les cas. En effet, selon les valeurs relatives de  $i$ ,  $a$ ,  $r$  et  $s$  et quels que soient  $D$  et  $N$ , il peut être préférable soit de toujours avoir recours à l'emprunt ( $CPP > 0$ ), soit d'avoir toujours recours à la thésaurisation ( $CPP < 0$ ) sur la période  $T_p \in [0; D]$ . L'arbre de décision ou le domaine de définition suivant permet de déterminer les stratégies optimales.

Conditions	CPP pour $T \in [0; D] \quad \forall N, D$	Stratégie optimale
$i < s$ {	$a + r + ra \leq i \rightarrow$	$(a)$ Thésaurisation
	$i < a + r + ra < s \rightarrow$	$(b)$ Arbitrage
	$a + r + ra \geq s \rightarrow$	$(c)$ Emprunt
$i = s$ {	$a + r + ra < s \rightarrow$	$(d)$ Thésaurisation
	$a + r + ra = s \rightarrow$	$(e)$ Indifférence
	$a + r + ra > s \rightarrow$	$(f)$ Emprunt
$i > s$ {	$s \geq a + r + ra \rightarrow$	$(g)$ Thésaurisation
	$s < a + r + ra < i \rightarrow$	$(h)$ Arbitrage
	$i \leq a + r + ra \rightarrow$	$(i)$ Emprunt

Pour les cas de figure (c), (f) et (i), il est toujours préférable d'avoir recours à l'emprunt plutôt que de provisionner. A l'inverse, pour les cas (a), (d) et (g), le coût total de la politique de provision étant toujours négatif, il est préférable d'effectuer une provision entre 0 et D et la provision qui procurera le plus d'avantage est la première effectuée (en année 0).

Le modèle d'arbitrage entre emprunt et thésaurisation n'est donc utile que dans les cas de figure (h) et (b) (figure 2). Le cas (b) correspond à une situation où le taux d'intérêt des emprunts est inférieur au taux de rémunération de l'épargne ce qui est généralement faux sauf dans le cas où les gestionnaires aiment prendre des risques (hypothèse encore peu probable puisque ces derniers sont généralement agriculteurs, hostiles aux risques lorsqu'il s'agit de gérer leur exploitation). Cette situation est d'autant plus étrange que la stratégie de provision n'est bénéfique que de la date 0 à la date  $T_p'$ . Au-delà, il n'est pas souhaitable de thésauriser.



**Figure 2.** Evolution du CPP et détermination de  $T_p'$ .



Le cas de figure (h) est plus probable que le précédent car  $i > s$ . Le gestionnaire n'aura intérêt à provisionner qu'à partir de l'année  $T_p'$ , date à laquelle l'économie d'emprunt que permet de réaliser la provision est égale à son coût. On note également que la provision qui permet de minimiser le CPP est la dernière effectuée.

En se plaçant dans la situation qui semble la plus réaliste (h), on cherche l'expression de la solution équivalente  $T_p'$ . La solution optimale  $T_p^*$ , on l'a vu, correspond toujours à D.

### Recherche de $T'$

$T_p'$  est la date pour laquelle il y a indifférence entre provisionner P ou bien avoir recours à l'emprunt en année D. Le CPP est donc nul pour  $T_p = T_p'$ .

$$CPP = 0 \Leftrightarrow \frac{1}{(1+a)^{T_p}} = \frac{XYZ^{D-T_p'}}{(1+a)^{T_p'}}$$

$$\text{alors } Z^{T_p'} = XYZ^D \text{ et } T_p' = D + \frac{\log(XY)}{\log(Z)}$$

Une telle politique de gestion peut également s'apprécier par la comparaison des ratios coûts / bénéfices pour diverses durées de thésaurisation  $T_p$ , ce ratio :

$$\frac{(1)}{(3)} = XYZ^{D-T_p'} = 1$$

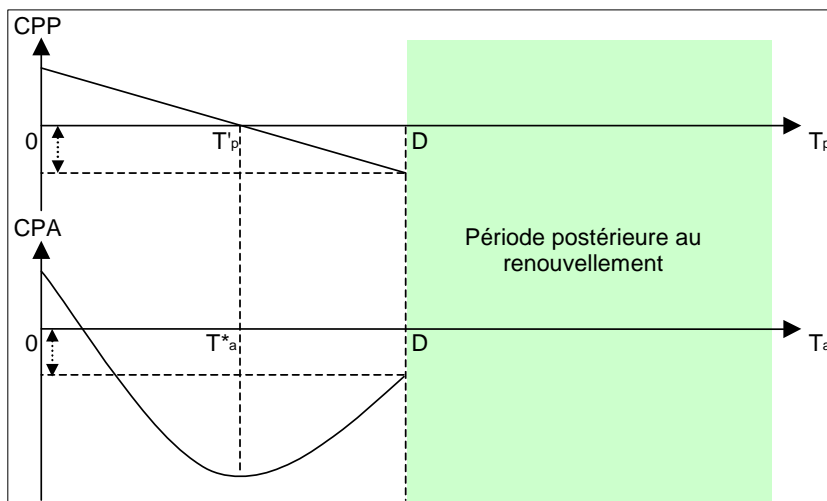
pour  $T_p = T_p'$ , est inférieur à 1 lorsque le recours à l'emprunt est plus coûteux que la stratégie de provision et supérieur à 1 lorsqu'il est préférable d'emprunter.

### L'amortissement ou le choix d'une stratégie irréversible

$T_a$  est ici la date à laquelle le gestionnaire commence à provisionner ou à amortir régulièrement jusqu'en D pour faire face au renouvellement. Le coût total actuel de la politique d'amortissement (CPA) correspond à la somme de  $T_a$  à D du coût total de chaque stratégie de provisions.

$$CPA = \sum_{t=T_a}^{t=D} CPP_t$$

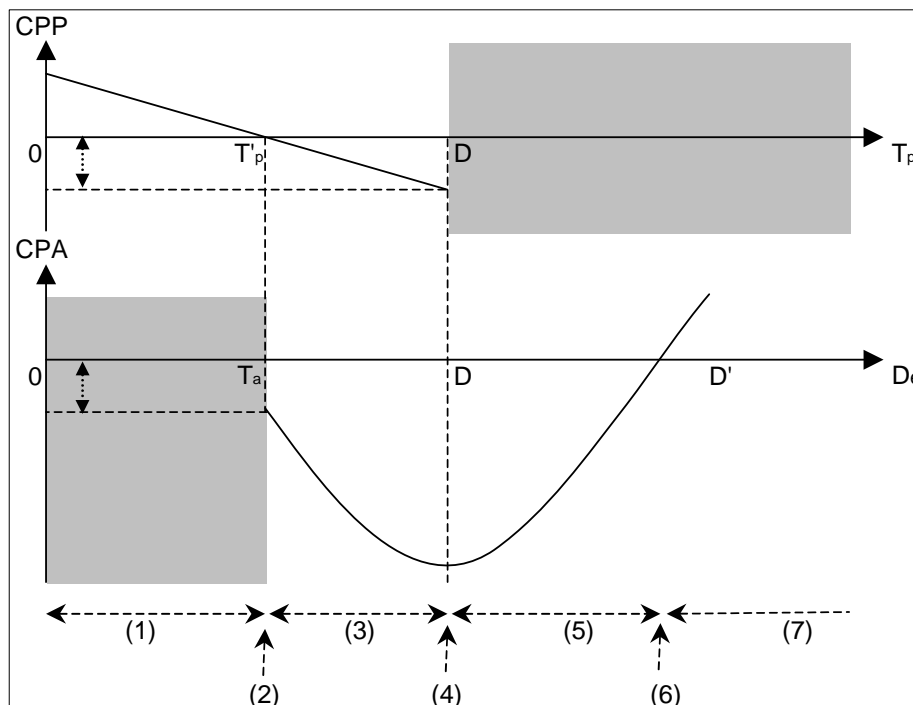
La fonction du CPP étant monotone décroissante et s'annulant en  $T_p'$ , l'intégrale de cette fonction sur  $[0 ; D]$  c'est-à-dire le CPA passe par un minimum en  $T_a^* = T_p'$  (figure 3).



**Figure 3.** Du CPP à la stratégie optimale d'amortissement.

Si toutefois le gestionnaire opte pour un financement du renouvellement selon une stratégie de provisions régulières déterminée conformément au modèle, c'est-à-dire à partir de la date  $T_a$  pour renouveler à une date supposée  $D$ , plusieurs cas de figures peuvent se présenter selon que la date effective de renouvellement  $D_e$  est supérieure ou inférieure à  $D$  (figure 4).

- $0 < D_e < T_a$  : si la date effective du renouvellement est inférieure à la date à partir de laquelle le gestionnaire avait prévu de commencer sa politique d'amortissement, il devra nécessairement avoir recours à l'emprunt.
- $D_e = T_a$  : si  $D_e$  coïncide avec l'année de la première provision effectuée, celle-ci procure alors un gain net maximal ; et si la provision n'annule pas le besoin de financement, le gestionnaire empruntera la différence.
- $T_a < D_e < D$  : si  $D_e$  est comprise entre  $T_a$  et  $D$ , toutes les provisions effectuées à partir de  $T_a$  procurent un gain net ( $CPA < 0$ ).
- $D_e = D$  : s'il se révèle que la date effective de renouvellement coïncide avec la date anticipée, alors le gain net de la politique d'amortissement est maximal.
- $D < D_e < D'$  : si le gestionnaire a sous évalué la date de renouvellement, alors les gains nets de la politique d'amortissement sont positifs mais décroissants en fonction de  $D_e$ . Les provisions effectuées les dernières années ( $D - T_a$ ) procurent un gain net positif alors que les précédentes sont plus coûteuses qu'avantageuses. En d'autres termes, si le gestionnaire avait su que  $D_e > D$ , il n'aurait commencé à provisionner que  $(D_e - D)$  années plus tard.
- $D_e = D'$  : à cette date de renouvellement, le gain net des  $(D - T_a)$  dernières provisions compensent exactement le coût des précédentes. Le gain net de la politique d'amortissement est nul.
- $D_e > D'$  : au-delà de  $D'$ , le gain net des  $(D - T_a)$  dernières provisions ne compensent plus le coût des précédentes. Le gain net de la politique d'amortissement est négatif. Cela ne signifie pas pour autant l'arrêt de la politique d'amortissement car les dernières provisions effectuées procurent toujours un gain net positif. L'arrêt de l'amortissement ne ferait qu'aggraver la situation.



**Figure 4.** Evolution du CPA selon la date effective de renouvellement ( $D_e$ ).

Le choix actuel d'une stratégie d'amortissement est donc un choix irréversible. Cette irréversibilité liée à la méconnaissance des durées de vie restantes des équipements permet, comme on l'a identifié précédemment, d'expliquer les choix de stratégies de financement de court terme et le refus quasi-systématique des gestionnaires d'opter pour des politiques d'amortissement ou de provisions régulières en vue du renouvellement de leurs équipements.

## Application et résultats

### Le choix des paramètres

Deux paramètres sont fixes car relatifs à des caractéristiques macroéconomiques qui s'imposent aux gestionnaires : le taux d'intérêt des emprunts ( $i = 5,5\%$ ) et le taux d'inflation ( $r = 1,5\%$ ). La durée d'emprunt ( $N$ ) est un paramètre variable, déterminé par le gestionnaire.

Le taux d'actualisation n'est pas réellement variable mais compte tenu de l'incertitude quant au choix de ce taux, il est préférable de le considérer comme variable afin d'effectuer divers tests de sensibilité des résultats obtenus. Le choix du taux d'actualisation permettra également d'expliquer les appréciations différentes (illogismes ou rationalité) qu'ont d'une part, les bailleurs de fonds et d'autre part, les gestionnaires, quant à l'évaluation des politiques de financement. On fixe la valeur du taux d'actualisation à  $3\%$  (Arrow, 1995).

Le taux d'épargne n'est pas plus variable que le taux d'intérêt. On sait que ce taux est nul pour les Asa, mais d'un point de vue prospectif, il est intéressant de le faire varier pour mettre en évidence la sensibilité du choix des politiques de financement à ce taux.

### Les résultats

Les principaux résultats du modèle ont été obtenus en prenant une durée de vie restante «  $D$  » des équipements égale à 15 années afin de représenter le temps restant aux Asa créées dans les années 80 avant la première grosse échéance de renouvellement que constituent les stations de pompes<sup>12</sup>. Trois types de simulations ont successivement été faites pour représenter divers points de vue :

- (1) le point de vue des Asa où  $a = 3\%$  et le taux de rémunération de l'épargne est nul ;
- (2) le point de vue « public » ou des bailleurs de fonds (négligeant souvent la préférence pour le présent des gestionnaires) qui, certes est assez caricatural, mais qui permet d'opposer les résultats obtenus d'un point de vue comptable ( $a = 0\%$ ) à ceux qui sont obtenus d'un point de vue économique (1) ;
- (3) le point de vue Asa, dans l'hypothèse d'un accès aux placements libéralisé, ce qui permet de mieux comprendre le frein que cette interdiction de placement représente pour les gestionnaires ; on retient alors dans ce cas, un taux nominal de rémunération de l'épargne de  $3,5\%$ .

Les trois points de vue sont présentés pour diverses durées d'emprunt dans le tableau II où «  $T_p' = T_a^*$  » est la date optimale de début d'amortissement et «  $D - T_a^*$  » la durée optimale d'amortissement.

**Tableau II.** Dates et durées optimales d'amortissement selon différents scénarios.

		N=5	N=10	N=15	N=20
(1) Point de vue Asa ( $a = 3\%$ , $s = 0\%$ )	$T_p' = T_a^*$	14,4	14	13,5	13,2
	$D - T_a^*$	0,6	1	1,5	1,8
(2) Point de vue public ( $a = 0\%$ , $s = 0\%$ )	$T_p' = T_a^*$	7,4	1,5	0	0
	$D - T_a^*$	7,6	13,5	19,1	24,3
(3) Point de vue Asa avec placements ( $a = 3\%$ , $s = 3,5\%$ )	$T_p' = T_a^*$	12,4	10,4	8,6	6,9
	$D - T_a^*$	2,6	4,6	6,4	8,1

L'interprétation des résultats n'est effectuée que pour une durée d'emprunt de 15 ans.

Il apparaît que le gestionnaire est indifférent à thésauriser un montant  $P$  durant 1,5 ans ou recourir à l'emprunt l'engageant sur 15 ans. Au-delà de 1,5 ans, la réduction d'annuités ne compense pas le

12. Sous réserve que ces stations aient été entretenues correctement.

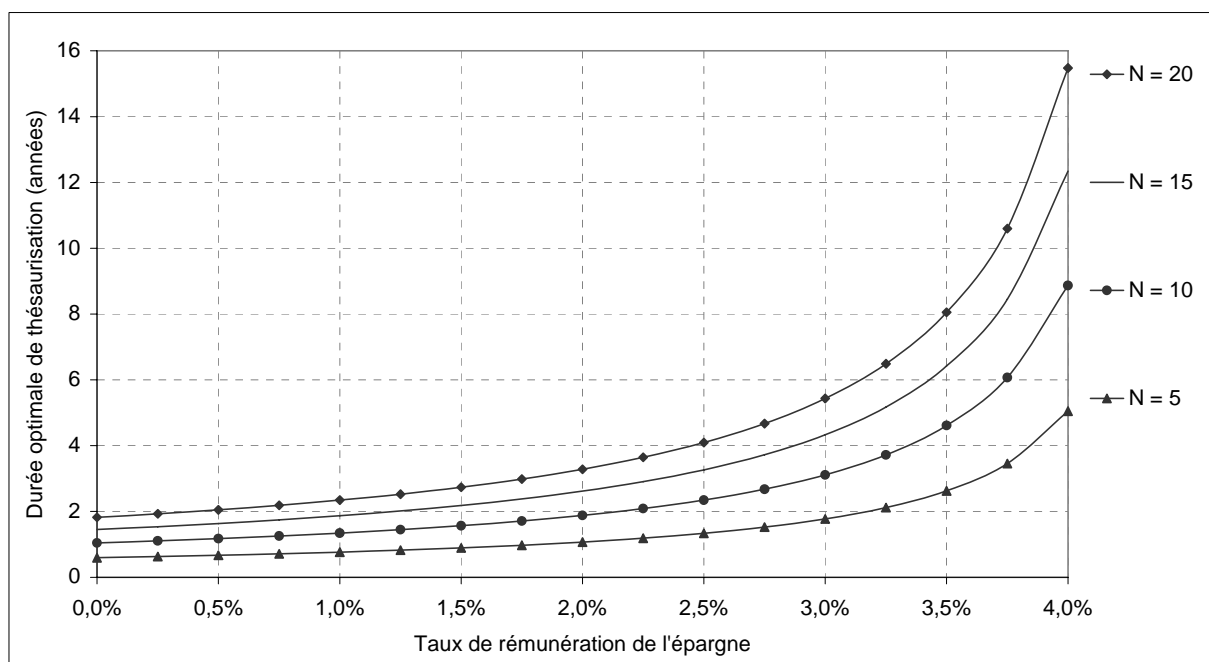
montant de la provision effectuée en année zéro. Par exemple, si le gestionnaire prévoit de renouveler un équipement dans 15 ans, il est préférable que durant 13,5 ans il ne fasse rien, puis 1,5 an avant l'échéance, qu'il provisionne la somme dont il aura besoin pour financer son opération. S'il n'est pas en mesure de provisionner la totalité du capital dont il aura besoin, alors il contractera un emprunt sur 15 ans pour financer la différence.

Ces très faibles durées optimales d'amortissement du point de vue des Asa sont conformes aux politiques réelles de financement de court terme qui pouvaient à priori paraître irrationnelles notamment pour les acteurs du « point de vue public ». En effet, sans actualiser, la durée optimale d'amortissement passe de 1,5 à plus de 19 ans, c'est-à-dire que les Asa auraient déjà dû commencer à amortir si la date de renouvellement pressentie est de 15 ans. Cet écart constaté entre une vision comptable et une vision économique ou entre les pouvoirs publics et les gestionnaires pourrait être une des principales causes de l'incompréhension mutuelle constatée.

Un rapprochement des deux points de vue pourrait se faire en libéralisant l'accès aux placements financiers. En effet, avec un taux de rémunération de l'épargne de 3,5 %, la durée optimale d'amortissement passerait de 1,5 à 6,5 ans. Cette durée est d'autant plus sensible au taux d'épargne que l'on se situe dans des valeurs élevées de « s » (figure 5). Pour un taux permettant simplement de lutter contre l'inflation (1,5 %), la durée optimale passerait de 1,5 à 2 ans alors que lorsque l'on se rapproche de  $s = a + r + ar$ , la durée optimale tend vers l'infini et au-delà il est toujours préférable de thésauriser (cas de figure « g »).

Il faut se méfier des interprétations hâtives de certains résultats obtenus avec les modèles notamment des résultats du type « tout ou rien ». Même avec un taux d'épargne supérieur à 4,55 % (cas de figure « g »), il se peut que — sur la période restante avant le renouvellement ( $D = 15$  ans) — les dotations annuelles induites ne soient pas acceptables par les usagers.

Pour tenir compte de cette réalité, ce modèle déterministe d'arbitrage entre emprunt et autofinancement peut être transformé en programme d'optimisation sous contrainte.



**Figure 5.** Durées optimales d'amortissement selon le taux d'épargne et la durée de l'emprunt.

## Contrainte d'acceptabilité et choix de politique d'amortissement

Le modèle déterministe précédent permet de déterminer la date  $T_a$  à partir de laquelle il est souhaitable de commencer à amortir régulièrement les équipements renouvelables. Cette date est obtenue indépendamment du montant provisionné  $P$  et de la valeur de l'investissement  $I$ . Or, les stratégies de financement du renouvellement des équipements fondées sur ces seules considérations risquent de ne pas être durables si les coûts qu'elles engendrent en termes d'annuités futures ou de montants annuels à provisionner ne sont pas acceptables par les usagers (le gestionnaire, contraint à l'équilibre budgétaire, répercutera les variations budgétaires de l'année en cours sur la tarification de l'année suivante).

On introduit alors un seuil d'acceptabilité «  $\alpha$  », exprimé en pourcentage de  $I$ , et qui permet de transformer le modèle précédent en programme de minimisation du coût de la politique d'amortissement sous contraintes de respect de la contrainte d'acceptabilité des adhérents :

$$\text{Min(CPA)} = \text{Min} \left[ \sum_{i=T_a}^D \text{CPP}_i \right] = \text{Min} \left[ \sum_{i=T_a}^D \left( \frac{P_i}{(1+a)^i} + \frac{XYI}{(1+a)^D} - \frac{XYP_i(1+s)^{D-i}}{(1+a)^D(1+r)^{D-i}} \right) \right]$$

Les contraintes sont les suivantes :

$$0 \leq \frac{KX}{(1+r)} \text{ et } P_i \leq \alpha \cdot I ; 0 \leq T_a \leq D ; 0 \leq K \leq I ; 1 \leq N \leq 20 \text{ et } T, N, D \in \mathbb{N}.$$

Ce qui est recherché c'est la date à partir de laquelle le gestionnaire commencera sa politique d'amortissement ( $T_a$ ), le montant de chaque provision réalisée en année «  $i$  » ( $P_i$ ) et la durée de l'emprunt ( $N$ ) pour lesquels le coût total actuel de la politique de financement est minimal (CPF). Quatre cas sont testés selon le degré de contrainte budgétaire du gestionnaire ( $\alpha$  faible ou fort) et la possibilité de placer ou non les dotations aux amortissements ( $s = 0$  ou  $3,5$  %). Les résultats (tableau III) sont obtenus avec les valeurs suivantes :  $I = 100$ ,  $a = 3$  %,  $i = 5,5$  %,  $r = 1,5$  % et  $D = 15$  ans.

**Tableau III.** Stratégies de financement selon le degré de contrainte et le taux d'épargne.

	$s = 0$ %	$s = 3,5$ %
$\alpha = 4$ %	CPF = 78	CPF = 68
	$T_a = 1$ et $N = 20$	$T_a = 2$ et $N = 14$
$\alpha = 15$ %	CPF = 66	CPF = 65
	$T_a = 14$ et $N = 6$	$T_a = 12$ et $N = 3$

Le surcoût engendré par l'interdiction de placement est de 1 % pour les Asa faiblement contraintes et 14,5 % pour les Asa très fortement contraintes. Dans le cas actuel où persiste l'interdiction de placement, le coût total de la politique de financement pour les Asa fortement contraintes est supérieur de 18,7 % à celui des Asa faiblement contraintes. En cas de libéralisation de l'accès aux placements, ce surcoût ne serait plus que de 3,5 %.

On note que les Asa fortement contraintes devraient commencer à provisionner 14 ans ( $D - T_a$ ) avant le renouvellement de leurs équipements pour satisfaire toutes les contraintes. Or, aucune d'entre elles n'anticipe les renouvellements si tôt et les stratégies qu'elles adoptent, même si elles sont optimales, ne sont pas durables sans soutien public. A l'inverse, les Asa faiblement contraintes, c'est-à-dire celles qui, à priori, valorisent mieux l'eau, en optant pour des stratégies de court terme ne compromettent pas pour autant la durabilité économique de leur système.

## Conclusion

Compte tenu des contraintes qui s'imposent aux gestionnaires, les politiques de financement de court terme qu'ils adoptent sont optimales de leur point de vue mais irrationnelles du point de vue des bailleurs de fonds. Cette irrationalité peut s'expliquer par deux éléments. Le raisonnement des bailleurs de fonds est peut-être mené en sous-évaluant la préférence des gestionnaires pour le présent. L'autre point est davantage d'ordre sémantique, rationalité impliquant pour les uns « optimal » et pour les autres « durabilité ».

Or nous avons montré que les politiques de court terme, si elles sont optimales, ne sont pas pour autant durables pour les Asa fortement contraintes. Une politique de désengagement total s'appuyant sur un traitement égalitaire des Asa serait équitable selon le principe de l'équivalence, mais conduirait à une iniquité de traitement si l'on se réfère à la capacité contributive des gestionnaires. Les Asa les plus contraintes (généralement celles qui ont une faible valorisation économique de la ressource) pourraient à terme disparaître. Toutefois, ces disparitions permettraient d'atteindre simultanément un autre objectif de politiques publiques : une meilleure efficacité d'allocation de la ressource.

Du simple point de vue de la durabilité économique de ces réseaux, il apparaît très clairement que l'interdiction de placement est un frein à la pratique de l'amortissement. La levée de cette interdiction permettrait d'accroître la durée optimale d'amortissement tout en réduisant significativement le coût des politiques de financements surtout pour les Asa fortement contraintes.

Cependant, compte tenu de l'incertitude quant à la date de renouvellement des équipements et de l'irréversibilité du choix de politiques d'amortissement, la levée de l'interdiction précédente ne garantit pas une modification des stratégies de financement actuelles. Pour tenir compte de cette incertitude, on doit transformer le modèle déterministe précédent en un modèle stochastique où la durée de vie restante des équipements suivrait une loi de probabilité.

L'analyse des associations d'usagers « à la française », montre que la mise en place d'Amp est une condition nécessaire mais non suffisante pour assurer une autonomie financière durable. La réussite des programmes de désengagement des pouvoirs publics en hydraulique agricole, comme dans la plupart des domaines, est liée au cadre réglementaire (interdiction de placement) et aux caractéristiques macroéconomiques du pays concerné (différentiels de taux d'intérêt, d'épargne, d'inflation et d'actualisation). Or, comme on vient de le voir, dans certains cas, même avec un cadre réglementaire adapté (accès aux placements libéralisé), aucune stratégie de financement durable n'est possible individuellement.

Il serait alors intéressant de tester des stratégies collectives de financement ou de mutualisation du renouvellement qui permettraient, en accélérant la fréquence des investissements, d'éviter à la fois l'érosion monétaire et le paiement des intérêts des emprunts.

## Bibliographie

ARROW J., 1995. Effet de serre et actualisation. *Revue de l'énergie*, 6 p.

BREWER J.D., SAKTHIVADIVEL R., 1999. Maintenance management process. *Irrigation and Drainage System*, 3 (3) : 207-227.

BURTON M.A., HALL R.P., 1999. Asset management for irrigation system. *Irrigation and Drainage System*, 3 (2) : 145-163.

Conseil d'Etat, 1995. Arrêt Tatin. 12 juillet 1995.

DINAR A., SUBRAMANIAN, 1997. Water pricing experiences: a international perspective. *World Bank Technical Paper*, (386), p. 1-12.

FAO, 1996. *World Food Summit Fact Sheets*. Fao, Rome.

FNDAE, 1994. Le financement du renouvellement des réseaux d'adduction d'eau potable. *Documentation technique Fndae* (15), 41 p.

GARIN P., LOUBIER S., GLEYES G., PLATON J.P., LUNET DE LAJONQUIERE Y., 2000. Les associations syndicales autorisées : bilan d'étude sur leur fonctionnement et leur stratégies de maintenance. Montpellier, France, Cemagref, Ur Irrigation, Rapports 2001-01, Série Irrigation, Rapports, 57 p.

GARIN P., PLATON J.P., 1998. La maintenance des réseaux d'irrigation gérés par des associations syndicales autorisées en France. Montpellier, France, cemagref Ur Irrigation, 26 p.

GLEYES G., 1998. La tarification de l'eau dans les réseaux collectifs d'irrigation en France. Montpellier, France, Cemagref Ur Irrigation, 11 p.

- GLEYES G., 2000. Evaluation des surfaces irriguées en France: Analyse selon l'origine de la ressource et le mode de distribution. Montpellier , France, Cemagref - Ur Irrigation, WP 2000 - 07, 16 p.
- GLEYES, G., LOUBIER S., 2000: Les coûts de mobilisation de la ressource en eau pour l'irrigation: Méthode de calcul et étude de cas. Montpellier, France, Cemagref Ur Irrigation - Agence de l'eau RMC, Série Irrigation, Rapports et Etudes 2000-07, 268 p.
- JANIN J.L., 1992. Irrigation et drainage en France. Agreste - Cahiers (10): 43-48.
- JANIN J.L., 1996. L'irrigation en France depuis 1988. La Houille Blanche (8) : 27-34.
- JANIN J.L., 1997. L'irrigation toujours en hausse. Agreste Les cahiers (26) : 3-7.
- JO, 1941. Loi du 14 septembre 1941 - article 3 et 8 portant sur la règle de non rémunération des fonds libres. Journal officiel de la République Française.
- LEFEVRE M., 1996. Guide juridique des associations syndicales. Chambre d'agriculture des Bouches du Rhône, 66 p.
- LOUBIER S., 1998. Pour une gestion durable d'un périmètre irrigué: le choix d'une politique de maintenance et de renouvellement des équipements des réseaux d'irrigation sous pression gérés par des associations syndicales autorisées. Montpellier, Mémoire de Dea EDAAR, Université de Montpellier I - Ensa M - Cemagref Ur Irrigation, 104 p.
- MALANO H.M., NGUYEN V.C., TURRAL H.N., 1999. Asset management for irrigation and drainage system. Irrigation and Drainage System, 3 (2) : 109-129.
- MOORHOUSE I., 1999. Asset management of irrigation infrastructure. Irrigation and Drainage System, 3 (2) : 165-187.
- PLANTEY J., 1998. Principes développés en France pour la gestion durable des systèmes hydro-agricoles. Conférence afro-asiatique de la CIID, Séminaire sur l'asset management, 15 p.
- PLANTEY J., 1999. Sustainable management principles of French hydro-agricultural schemes. Irrigation and Drainage System, 3 (2) : 189-205.
- PLANTEY J., BLANC J., 1998. Management d'un organisme gestionnaire de périmètre irrigué. *In* Traité d'irrigation, TIERCELIN J.R., Paris, France, Lavoisier Tec&Doc, p. 813-862.
- VAN HOFWEGEN P.J.M., 1999. Asset management programmes for financial planning and management in irrigation and drainage. Irrigation and Drainage System, 3 (2) : 131-143.
- VAN HOFWEGEN P.J.M., MALANO H.M., 1997. Hydraulic infrastructure under decentralised and privatised irrigation system management. DVWK Bulletin (20) Deregulation, decentralisation and privatisation in irrigation, p. 188-216.
- VERDIER J., MILLO J.L., 1992. Maintenance des périmètres irrigués. Ministère de la coopération et du développement, Collection Techniques rurales en Afrique, 323 p.
- WAGGONER P.E., 1994. How much land can ten billion spare for nature? Council for Agricultural Science and Technology. New York, USA, The Rockefeller University.